

Aktive verlustarme Magnetlager hoher Steifigkeit und Präzision mit integrierter Induktionsmessung und schneller Leistungselektronik

DFG - HO 1483/64-1, ZE 460/ , SCHM 1298/ 2013 - 2015

DFG – HO 1483/64-2, ZE 460/ , SCHM 1298/ 2016 -

#### Kurzfassungen:

Aktive Magnetlager verzeichnen aufgrund der Berührungsfreiheit mit einstellbarer Positionierungsmöglichkeit allgemein und speziell im Fachbereich Fertigungstechnik eine wachsende Akzeptanz. Die vergleichsweise geringe Steifigkeit führt bei hochgenauen Positionierungs- und Präzisionsbearbeitungsanforderungen zu Einschränkungen. Zur Verbesserung der dynamischen Steifigkeit und der Präzision der Rotorpositionierung aktiver Magnetlager wurden mehrfach flussbasierte Regelstrategien vorgeschlagen. Dabei besteht für einen Großteil der magnetgelagerten Antriebe die Schwierigkeit, konventionelle Magnetfeldsensoren in den kleinen Luftspalten von typischerweise 500 µm zu integrieren. Extrem dünne Sensorelemente zur Flussdichtemessung mit höchsten Zuverlässigkeits- und Lebensdauernanforderungen gilt es zu realisieren. Im Rahmen des Projekts werden flexibel verformbare Bismut-Hall-Sensoren mit einer Gesamtbauhöhe < 150 µm entwickelt und deren Leistungsfähigkeit zur Messung zeitveränderlicher Magnetfelder untersucht. Die hieraus gewonnenen Erkenntnisse werden direkt genutzt, um ein Demonstrationslager mit Hilfe der integrierten Flussdichtesensorik flussbasiert geregelt zu betreiben. Die präzise Rotorpositionierung erfordert einerseits bei permanent-vormagnetisierten Lagern schnell schaltende Vollbrücken zur Regelung geringer Steuerströme, und andererseits ebenso eine hohe Pulsfrequenz, um ein Brückenfrequenzmesssystem zur Rotorpositionserfassung hoher Dynamik zu betreiben zu können. Dazu wird der Ansatz eines schnell schaltenden Leistungsstellers auf Basis von Gallium-Nitrid-Bauelementen (GaN) mit sehr kurzen Totzeiten und deutlich reduzierten Durchlassverlusten für aktive Magnetlager verfolgt, um eine Regelung der magnetischen Flussdichte bzw. des Steuerstroms höherer Güte mit Pulsfrequenzen von bis 50 kHz zu realisieren.

-----

Within the last years magnetic bearing technology has been pushed by a significant upturn in oil & gas industry as well as in machining applications. Nowadays, specific high speed spindles are equipped with industrially standardized active magnetic bearing systems (AMB) allowing for highly precise rotor positioning due to their contact-free and low-maintenance operation. However, compared to conventional ball bearings well-established AMB systems are limited by their relatively low stiffness. In order to improve dynamic performance flux based control algorithms have been suggested for the last decades already. The main challenge is how to integrate commercially available magnetic field sensors into the tiny air gap of typically 500 µm. Therefore, ultra-thin and preferably even flexible sensor elements meeting the strong requirements in lifetime and reliability are essentially needed. Within this project ultra-thin Bismuth Hall sensors with a total thickness of less than 150 µm are under development. After fabrication the sensor functionality and suitability for detection of time-varying magnetic fields in AMB systems are to be investigated intensely. Finally the sensor signal is intended to be used as directly integrated feedback for flux based AMB control strategies. Besides Hall sensorics precise rotor positioning strongly demands fast switching converters operated with high pulse frequencies (50 kHz) in order to achieve both accurate flux

density/current control as well as a high bandwidth of the carrier frequency based position measurement system. Therefore, fast switching Gallium-Nitride-FETs (GaN) will be used for an H-bridge-converter powering the AMB coils. By using GaN-FETs a fast switching converter featuring substantially reduced dead times and low conduction losses can be realized.